

INTISARI

Lithium-Ion Batteries (LIB) merupakan salah satu jenis baterai yang permintaannya semakin meningkat pada setiap tahunnya. Hal ini ditandai dengan kenaikan angka produksi baterai yang disebabkan oleh besarnya kebutuhan baterai pada produksi perangkat elektronik maupun kendaraan listrik. Meskipun baterai dapat diisi ulang, namun siklus hidup baterai juga terbatas. Sehingga hal tersebut menyebabkan semakin banyak baterai LIB yang berpotensi menjadi limbah. Seiring dengan permintaan angka produksi yang terus meningkat, hal ini juga dapat menjadi potensi yang baik dalam pengolahan kembali baterai LIB bekas guna mendapatkan litium sebagai bahan baku komponen baterai LIB. Salah satu cara pengambilan kembali litium dari limbah LIB yang paling sering digunakan adalah melalui proses hidrometalurgi. Pada proses hidrometalurgi, pengambilan kembali (*recovery*) litium dari LIB terdiri dari rangkaian pelindian dan purifikasi. Baterai bekas yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *Lithium Ferro-Phosphat* (LFP). *Recovery* litium dari baterai LFP mengalami pelindian menggunakan asam kuat dan dipurifikasi dengan cara presipitasi bertingkat. Salah satu proses presipitasi tersebut dilakukan dengan cara penambahan larutan natrium untuk mengatur pH dan memisahkan beberapa komponen, yang pada akhirnya sedikit mengotori larutan litium. Namun demikian, dalam proses pelindian dan purifikasi dihasilkan limbah cair yang mengandung beragam logam dengan kadar yang bervariasi. Logam-logam tersebut berasal dari katoda baterai LFP yang tidak hanya mengandung litium saja tetapi terdapat natrium dan fosfat yang memiliki kadar cukup tinggi. Pada penelitian ini limbah cair sintesis dibuat berdasarkan komposisi limbah asli. Pengolahan limbah cair dalam penelitian ini menggunakan proses presipitasi dan adsorpsi. Proses presipitasi dimaksudkan untuk mengendapkan fosfat. Karena fosfat yang terdapat dalam limbah berupa ion yang bermuatan negatif, maka perlu dihilangkan terlebih dahulu sehingga tidak mengganggu pada proses adsorpsi. Proses presipitasi dilakukan dengan penambahan agen presipitan yaitu magnesium klorida dengan variasi pH 8, 9, dan 10 selama 1 jam. Proses adsorpsi dilakukan terhadap limbah cair sintesis secara *batch* dengan variasi dosis adsorben 2, 4, 6, 8, dan 10 g karbon aktif selama 24 jam untuk mengetahui kapasitas kesetimbangan terhadap ion litium, natrium, dan fosfat. Selain itu dilakukan pula penelitian dengan kolom adsorpsi yang berisi 135 g adsorben karbon aktif dengan variasi laju alir 10, 15, dan 20 mL/menit selama 2 jam. Adsorpsi dalam kolom dilakukan menggunakan konsentrasi awal limbah cair sintesis dan konsentrasi awal dari hasil presipitasi pada laju alir optimum. Konsentrasi ion logam dalam larutan dianalisis dengan *inductively coupled plasma* (ICP) untuk mengetahui jumlah logam yang tereliminasi melalui proses presipitasi dan adsorpsi. Hasil percobaan yang diperoleh menunjukkan bahwa proses presipitasi menggunakan presipitan magnesium klorida telah berhasil dilakukan, ditandai dengan berkurangnya kadar ion fosfat hingga mencapai 100% pada pH 8. Pada proses adsorpsi kolom menggunakan karbon aktif dengan konsentrasi awal limbah sintesis didapatkan persentase removal untuk ion litium, natrium, dan fosfat masing-masing sebesar 84,07%, 89,94% dan 56,76% pada waktu tinggal 10,07 menit. Setelah dilakukan perhitungan, kesetimbangan adsorpsi menggunakan isotherm Freundlich didapatkan paling cocok dengan proses adsorpsi ini. Selain itu, konstanta laju adsorpsi, kapasitas adsorpsi, dan waktu *breakthrough* optimum untuk ion litium, natrium, dan fosfat dengan karbon aktif dalam kolom semi-kontinyu mengikuti model Yoon-Nelson dan Thomas.

Kata Kunci: adsorpsi, presipitasi, baterai, karbon aktif.

ABSTRACT

Lithium-Ion Batteries (LIB) is one type of batteries whose demand is increasing every year. This is indicated by the increase in the number of battery production caused by the large demand for batteries in the production of electronic devices and electric vehicles. Although the battery is rechargeable, the battery life cycle is also limited. So this causes more LIB batteries that have the potential to become waste. Along with the demand for production figures that continue to increase, this can also be a good potential in reprocessing used LIB batteries to obtain lithium as a raw material for LIB battery components. One of the most frequently used methods for recovering lithium from LIB waste is through the hydrometallurgical process. In the hydrometallurgical process, lithium recovery from LIB consists of leaching and purification series. The used battery used in this research is Lithium Ferro-Phosphate (LFP). Lithium recovery from LFP batteries is leached using strong acid and purified by means of graded precipitation. One of the precipitation processes is done by adding sodium solution to adjust the pH and separating several components, which in the end slightly contaminate the lithium solution. However, the leaching and purification process, produced liquid waste which contains various metals with varying levels. These metals come from the cathode of the LFP battery which not only contains lithium but also contains high levels of sodium and phosphate. In this study, synthetic wastewater was made based on the composition of the original waste. Liquid waste treatment in this study uses precipitation and adsorption processes. The precipitation process is intended to precipitate phosphate. Because the phosphate contained in the waste is a negatively charged ion, it needs to be removed first so that it does not interfere with the adsorption process. The precipitation process was carried out by adding magnesium chloride as precipitating agent, with a pH variation of 8, 9, and 10 for 1 hour. The adsorption process was carried out on synthetic wastewater in batch with various doses of adsorbent 2, 4, 6, 8, and 10 g of activated carbon for 24 hours to determine the equilibrium capacity for lithium, sodium, and phosphate ions. In addition, research was also carried out with an adsorption column containing 135 g of activated carbon adsorbent with various flow rate of 10, 15, and 20 mL/minute for 2 hours. Adsorption in column was carried out using the initial concentration of synthetic wastewater and the initial concentration of precipitation at the optimum flow rate. The concentration of metal ions in solution was analyzed by inductively coupled plasma (ICP) to determine the amount of metal eliminated through precipitation and adsorption processes. The experimental results indicate that the precipitation process using magnesium chloride has been successfully carried out, marked by a reduction in the level of phosphate ions to reach 100% at pH 8. In the column adsorption process using activated carbon with an initial concentration of synthetic waste, the percentage removal for lithium ions, sodium, and phosphate were 84,07%, 89,94% dan 56,76% respectively at a residence time of 10,07 minutes. After calculation, the adsorption equilibrium using the Freundlich isotherm was found to be the most suitable for this adsorption process. In addition, the adsorption rate constants, adsorption capacity, and optimum breakthrough time for lithium, sodium, and phosphate ions with activated carbon in a semi-continuous column followed the model of Yoon-Nelson and Thomas.

Keywords: *adsorption, precipitation, battery, activated carbon.*